

PENGARUH TEMPERATUR PEMADATAN TERHADAP MARSHALL PROPERTIES

Gunawan Tarigan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara
gunawan@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Temperatur campuran hot mix merupakan faktor penting pada pelaksanaan pemadatan lapisan perkerasan lentur terutama Laston AC-WC yang merupakan salah satu jenis lapis permukaan yang umum digunakan, yang terdiri dari campuran aspal keras, filler dan agregat bergradasi menerus, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu yang telah ditentukan. Temperatur hot mix di AMP diproduksi dengan temperature lebih kurang 155 °C untuk selanjutnya dibawa ke lapangan dengan menggunakan dump truck yang ditutup terpal untuk menjaga kehilangan temperature atau kehujanan. Pemadatan pertama dilakukan pada temperature (125-145) °C, pemadatan kedua pada temperature (100-125) °C dan pemadatan akhir dengan temperature >95 °C. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dengan tahapan sebagai berikut. Bagian pertama adalah pemeriksaan bahan-bahan campuran berupa agregat dan aspal serta mempersiapkan Job Mix Formula sesuai dengan yang disyaratkan pada pembuatan campuran AC-WC. Pada bagian pertama ini diperoleh bahwa kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh adalah 5,7 %. Selanjutnya percobaan dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu mempersiapkan bahan campuran secukupnya dengan kadar aspal 5,7% dengan variasi temperature pemadatan benda uji Marshall sebesar 50, 70, 90, 110, 130 °C dengan tujuan untuk melihat pengaruhnya terhadap Marshall Properties. Dari hasil penelitian diperoleh nilai Density semakin besar yang berarti semakin tinggi suhu pemadatan campuran semakin rapat; VMA (Void in Mineral Agreggate) semakin rendah yang berarti rongga udara diantara mineral agregat, VFA (Void Filled with Asphalt) semakin besar yang berarti prosentase besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal semakin besar, VIM (Void In the Mix) semakin kecil yang berarti prosentase rongga dalam campuran total semakin kecil, Stabilitas semakin tinggi yang berarti kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalu lintas, flow semakin besar yang berarti campuran lebih lentur dalam menerima beban, Marshall Quotient merupakan indikator kekakuan dan fleksibilitas tidak terpengaruh.

Kata-Kata Kunci: Temperatur Pemadatan, Marshall Properties

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pabrik pembuat hotmix adalah AMP (Asphalt Mixing Plant) yang melakukan proses pencampuran aspal beton campuran panas yang dilakukan pada temperature tinggi. AMP terdiri dari jenis tipe batch plant dan continuous plant yang mana komponen utamanya terdiri dari Cold Bin, Elevator dingin, Pengering, Kolektor Debu, Pengendali Gradasi, Hot Bin, Elevator Panas, Hopper Penakar, Pugmill, Stasiun Pengontrol ditambah dengan lokasi timbunan Agregat serta penyimpanan dan pemanasan aspal. Disamping komponen diatas, sebaiknya AMP berdekatan dengan Stone Crusher yang memproduksi material agregat.

Melihat komponen yang demikian beragam, mobilisasi AMP menjadi suatu kegiatan yang sangat mahal sehingga menimbulkan resiko bahwa lokasi pekerjaan jaraknya jauh dari AMP. Jarak yang jauh tersebut ditambah lagi dengan kemacetan lalu lintas akan meningkatkan waktu tempuh pengangkutan aspal panas tiba di lokasi pekerjaan. Waktu tempuh yang tinggi dan hujan menjadi hal utama penyebab temperature aspal panas menurun.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperature pemadatan terhadap marshall properties campuran aspal beton AC-WC.

1.3. Bahan yang diuji

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Agregat berasal dari Sibiru – biru dengan spesifikasi teknis untuk campuran Laston (AC-WC) Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum 2010.
- Begitu pula untuk agregat pengisi (filler) yang digunakan adalah abu batu dari hasil pemecahan batu (*stone crusher*) dari AMP PT. Adhi Karya
- Rencana campuran yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran Laston (AC – WC) sesuai dengan standar Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum April 2010.
- Untuk bahan aspal menggunakan aspal penetrasi 60/70 dengan Standar pengujian SNI 06-2456-1991.

1.4. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Universitas Islam Sumatera Utara untuk bahan perkerasan *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) dengan panduan spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum 2010. Sedangkan standar-standar pengujian yang digunakan sebagian besar mengadopsi dari metode-metode yang disahkan atau di standarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum yang berupa SK-SK SNI.

II. Sifat-sifat campuran dan temperatur pematatan.

Laston (AC-WC) adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkat kelokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya dua macam, yaitu agregat dan aspal. Namun dalam pemakaiannya aspal dan agregat bisa menjadi bermacam-macam, tergantung kepada metode dan kepentingan yang dituju pada penyusunan suatu perkerasan. Penggunaan AC-WC yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Menurut Spesifikasi Umum tahun 2010, Laston (AC) terdiri dari tiga macam campuran : Laston Lapis Aus (AC-WC), Laston Lapis Antara (AC-BC), dan Laston Lapis Pondasi (AC-Base) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Ketentuan mengenai sifat-sifat dari campuran Laston (AC) dengan Aspal Pen 60/70 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan sifat-sifat campuran laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Penyerapan aspal (%)	Max		1,2	
Jumlah tumbukkan perbidang			75	112
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min		3	
	Max		5	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFA) (%)	Min	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1800
	Max	-	-	
Pelelehan (Flow) (mm)	Min	3		4,5
Marshall Quotient (MQ) (kg/mm)	Min	250		300

Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min	2

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum 2010

Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Suhu pencampuran umumnya antara 150-160°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan hotmix. (Silvia Sukirman, 2003).

Suhu pencampuran dan pematatannya ditetapkan seperti Tabel 2.

Tabel 2. Ketentuan Viskositas Aspal dan Suhu Campuran Aspal

No	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (Pas)	Suhu camp Aspal ₀ (C) Pen 60/70
1	Pencampuran benda uji Marshal	0,2	155 ± 1
2	Pematatan benda uji Marshal	0,4	145± 1
3	Suhu pencampuran max. di AMP	Tidak diperlukan	165
4	Pencampuran rentang temperatur	0,2 – 0,5	145 - 155
5	Menuang aspal dr AMP ke Truk	0,5 – 1,0	135 - 150
6	Pemasukan ke Alat Penghampar	0,5 – 1,0	130 - 150
7	Penggilasan Awal (roda baja)	1 – 2	125 - 145
8	Penggilasan ke 2 (roda karet)	2 – 20	100- 125
9	Penggilasan Akhir (roda Baja)	< 20	> 95

Sumber : Spesifikasi Departement Pekerjaan Umum 2010

III. Penyajian Dan Analisa Data

3.1. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai acuan dalam pengujian material meliputi : Sifat agregat (kasar, halus dan *Filler*).

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Bahan Baku Agregat						
No	Karakteristik	Sat	Spesifikasi		Hasil Pemeriksaan	Keterangan
			Min	Maks		
Agregat Kasar						
1	Penyerapan air	%	-	3	0,941	Memenuhi
2	Berat jenis	-	2,5	-	2,658	Memenuhi
3	Tes abrasi dengan Los Angeles	%	-	40	17,08	Memenuhi
Agregat Halus						
1	Penyerapan air	%	-	3	1,732	Memenuhi
2	Berat jenis bulk	-	2,5	-	2,844	Memenuhi
3	Berat jenis semu	-	-	-	2,991	Memenuhi
Filler						
1	Berat jenis	Gr/cc	-	-	2,054	Memenuhi

3.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Aspal

Pemeriksaan dilakukan terhadap sifat fisik aspal penetrasi 60/70 yang telah memenuhi spesifikasi SNI. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel.3.2.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Pen 60/70

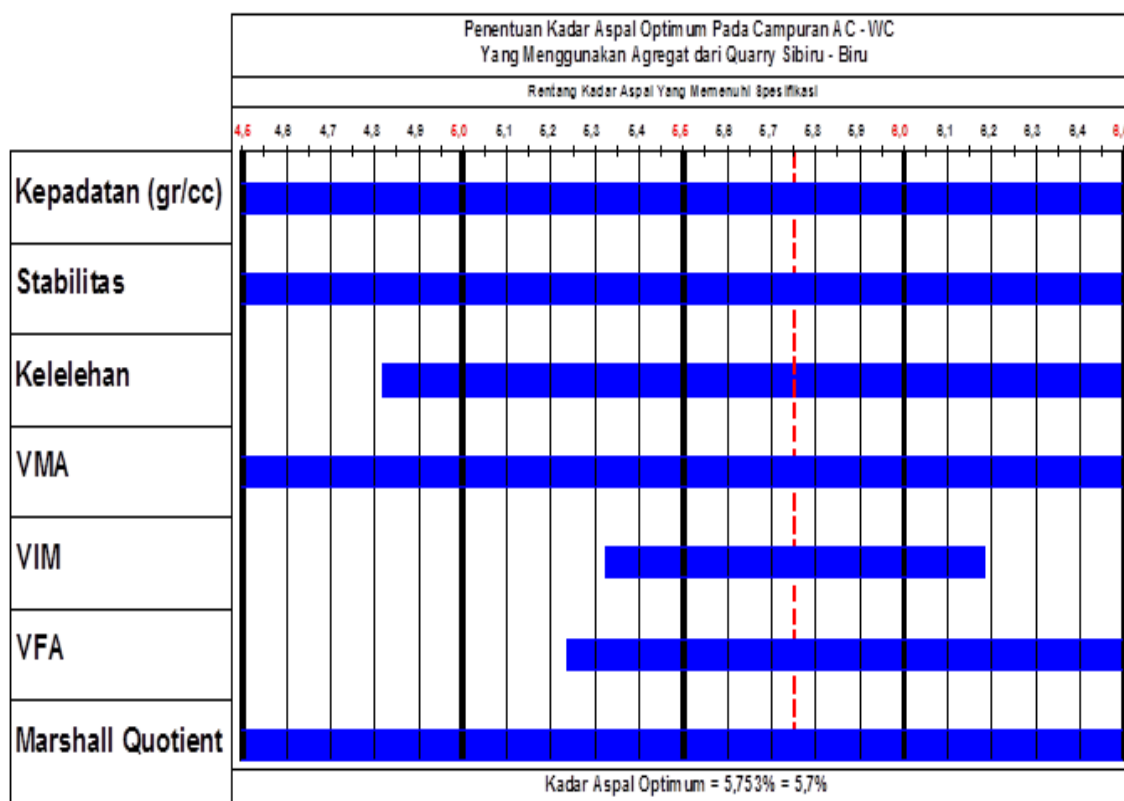
No	Karakteristik	Satuan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	
				Min	Max
1	Penetrasi pada 25°C	0,1 mm	66,0	60	79
2	Titik lembek	°C	48,1	48	58
3	Daktilitas pada 25°C	cm	> 140	100	-
4	Kelarutan pada C ₂ HCL ₃	% berat	99,9368	99	-
5	Titik nyala	°C	320,0	200	-
6	Berat jenis	gr/ml	1,0239	1,0	-
7	Kehilangan berat	% berat	0,0867	-	0,8
8	Temperatur campuran	°C	155	-	-
9	Temperatur pemadatan	°C	110±10	-	-

3.3. Hasil Pengujian Marshall

Pada tahap pertama disiapkan masing-masing tiga jenis sampel untuk masing-masing kondisi *Dry* dan *Soaked*, dengan pembuatan benda uji dilakukan pada kadar aspal optimum perkiraan sebesar 5,5 %, terhadap total agregat dan dilakukan variasi kadar aspal sebesar 4,5 %, 5 %, 5,5 %, 6 %, 6,5 %. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data-data hasil Marshall Test

Sifat Campuran	Kadar Aspal					Spec	
	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	Min	Max
Kepadatan/Bulk Density (gr/cc)	2,294	2,325	2,348	2,362	2,363	-	-
Stabilitas (kg)	826,88	938,40	988,99	993,34	942,93	800	-
Kelelehan (mm)	2,75	3,13	3,30	3,32	3,18	3	-
VMA (%)	17,347	16,683	16,284	16,250	16,651	15	-
VIM (%)	8,583	6,660	5,007	3,747	2,981	3,5	5,5
VFA (%)	50,534	60,342	69,296	76,962	82,175	65	-
MQ (kg/mm)	300,68	299,49	299,69	299,50	296,21	250	-



Gambar 1. Penentuan Kadar Aspal Optimum

a. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap nilai *Density* campuran AC-WC

Nilai *Density* menunjukkan besarnya kerapatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* yang tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat, dibandingkan pada campuran yang mempunyai *density* rendah. Nilai *density* suatu campuran dipengaruhi oleh kualitas bahan susun dan cara pemadatan. Suatu campuran akan memiliki *density* yang tinggi apabila mempunyai bentuk butir yang tidak seragam, kadar aspal tinggi, porositas butiran rendah. Hubungan antara temperatur pemadatan dengan *density* campuran AC-WC dapat dilihat pada Tabel 6.

b. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap nilai *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

Campuran AC-WC *Void in Mineral Aggregate (VMA)* adalah rongga udara yang ada diantara mineral agregat di dalam campuran beraspal panas yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal. *VMA* dinyatakan dalam prosentase dari campuran beraspal panas. *VMA* digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran beraspal panas. Besarnya nilai *VMA* dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi bahan susun, jumlah tumbukan dan temperatur pemadatan. Hubungan antara temperatur pemadatan dengan *VMA* dapat dilihat pada Tabel 7.

c. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap nilai *Void Filled with Asphalt (VFA)* campuran AC-WC.

Nilai *VFA* menunjukkan prosentase besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal. Besarnya nilai *VFA* menentukan keawetan suatu campuran beraspal panas, semakin besar nilai *VFA* akan menunjukkan semakin kecil nilai *VIM* yang berarti rongga yang terisi aspal semakin banyak, oleh karena itu campuran beraspal panas akan semakin awet. Begitu sebaliknya apabila *VFA* terlalu kecil, maka rongga yang terisi aspal akan semakin sedikit sehingga agregat yang terselimuti aspal akan tipis yang menyebabkan campuran beraspal panas tidak awet. Hubungan antara temperatur pemadatan dengan nilai *VFA* dapat dilihat pada Tabel 8.

d. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap nilai *Void In the Mix (VIM)* campuran AC-WC

VIM menyatakan banyaknya prosentase rongga dalam campuran total. Nilai rongga dalam campuran dipengaruhi oleh kadar aspal pada campuran beraspal panas, dengan bertambahnya kadar aspal, maka jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butiran agregat semakin bertambah, sehingga volume rongga dalam campuran semakin berkurang. Hubungan antara temperatur pemadatan dengan nilai *VIM* dapat dilihat pada Tabel 9.

e. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap Stabilitas campuran AC-WC

Stabilitas adalah besarnya beban maksimum yang dapat dicapai oleh bahan susun campuran beraspal panas yang dinyatakan dalam satuan beban. Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalu lintas. Spesifikasi menetapkan untuk lapis Laston AC-WC yang dilalui oleh < 1.000.000 ESA, stabilitas minimum yang disyaratkan adalah 800 kg. Hubungan antara temperatur pemadatan dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Tabel 10.

f. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap Flow campuran AC-WC

Kelelehan (*Flow*) adalah besarnya penurunan campuran benda uji akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan mm. *Flow* merupakan indikator kelenturan campuran beraspal panas dalam menahan beban lalu lintas. Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi bahan susun benda uji, campuran yang mempunyai angka *flow* rendah dengan stabilitas tinggi akan cenderung menghasilkan campuran beraspal panas yang kaku dan getas, sehingga akan mudah retak apabila terkena beban lalu lintas yang tinggi dan berat. Sebaliknya apabila campuran beraspal panas mempunyai *flow* terlalu tinggi maka akan bersifat plastis sehingga mudah berubah bentuk (*deformasi plastis*) akibat beban lalu lintas yang tinggi dan berat. Hubungan

antara temperatur pemadatan dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Tabel 11.

g. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap Marshall Quotient campuran AC-WC

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran beraspal panas. Besarnya nilai *MQ* tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi oleh gesekan antar butiran (*frictional resistance*) dan saling mengunci antar butiran (*interlocking*) yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campuran bahan susun, serta nilai *flow* yang dipengaruhi oleh viskositas, kadar aspal, gradasi bahan susun, dan jumlah tumbukan. Campuran yang memiliki nilai *MQ* yang rendah, maka campuran beraspal panas akan semakin fleksibel, cenderung menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami perubahan bentuk pada saat menerima beban lalu lintas yang tinggi. Sedangkan campuran yang memiliki nilai *MQ* tinggi campuran beraspal panas akan kaku dan kurang lentur. Faktor yang mempengaruhi nilai *MQ* adalah gradasi bahan susun, bentuk butir, kadar aspal, kohesi, energi pemadatan, dan temperatur pemadatan. Hubungan antara temperatur pemadatan dengan nilai *MQ* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 6. Temperatur pemadatan terhadap Nilai *Density* campuran AC-WC

Karakteristik	Spesifikasi (gr/cc)	Temperatur pemadatan				
Nilai density		50°C	70°C	90°C	110°C	130°C
		2,293	2.306	2,319	2,331	2,350

Tabel 7. Temperatur pemadatan terhadap nilai VMA

Karakteristik	Spesifikasi (%)	Temperatur pemadatan				
Nilai VMA	Min 18	50°C	70°C	90°C	110°C	130°C
		18,429	17,986	17,521	17,069	16,410

Tabel 8. Temperatur pemadatan terhadap nilai VFA

Karakteristik	Spesifikasi (%)	Temperatur pemadatan				
Nilai VFA	Min 65	50°C	70°C	90°C	110°C	130°C
		62,214	64,337	66,196	68,296	71,621

Tabel 9. Temperatur pemadatan terhadap nilai VIM

Karakteristik	Spesifikasi (%)	Temperatur pemadatan				
Nilai VIM	3,5-5,5	50°C	70°C	90°C	110°C	130°C
		6,966	6,461	5,931	5,415	4,663

Tabel 10. Temperatur pemadatan terhadap nilai stabilitas

Karakteristik	Spesifikasi (kg)	Temperatur pemadatan				
Nilai Stabilitas	Min.800	50°C	70°C	90°C	110°C	130°C
		787,71	825,07	878,56	931,33	956,53

Tabel 11. Temperatur pemadatan terhadap nilai flow

Karakteristik	Spesifikasi (mm)	Temperatur pemadatan				
Nilai Stabilitas	Min.2	50°C	70°C	90°C	110°C	130°C
		2,62	2,73	2,92	3,12	3,17

Tabel 12. Temperatur pemadatan terhadap nilai MQ

Karakteristik	Spesifikasi (kg/mm)	Temperatur pemadatan				
Nilai MQ	Min.200	50°C	70°C	90°C	110°C	130°C
		301,04	301,85	301,22	298,82	302,06

3.5. Evaluasi Hasil laboratorium terhadap Karakteristik Campuran AC-WC

Dari hasil pengujian bahan susun untuk campuran AC-WC didapat hasil rekapitulasi yang memenuhi persyaratan sesuai dalam spesifikasi. Dari nilai karakteristik campuran yang dihasilkan pada test *Marshall* tersebut diatas nilai-nilai yang memenuhi syarat untuk *VMA* >15% pada kadar aspal 4,5% - 6,5%, *VFA* > 65% pada kadar aspal 5,5% - 6,5% dan *VIM* 3,5% - 5,5% pada kadar aspal 5,5% - 6%, dari hasil analisis *void* dan uji stabilitas dan fleksibilitas di atas, ditentukan kadar aspal optimum 5,70 %, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Selanjutnya dilaksanakan penelitian untuk mencari sifat-sifat *Marshall* dan Perendaman standar pada kadar aspal optimum, disiapkan masing-masing pada kondisi *dry*

dan *soaked*, dengan pembuatan benda uji dengan berbagai macam temperatur pemadatan.

IV. Kesimpulan Dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan seperti yang telah disampaikan sebelumnya dapat diambil suatu kesimpulan dari hasil analisa uji *Marshall* sebagai berikut :

1. Dari semua nilai parameter *Marshall* yang memenuhi persyaratan adalah pada rentang kadar aspal 5,50 – 6,00%, sehingga didapat kadar aspal optimum pada nilai tengah rentang batas di atas adalah sebesar 5,70%.

2. Pengaruh temperatur pemadatan terhadap nilai karakteristik uji *Marshall*, memberikan hasil bahwa semakin turunnya temperatur nilai Stabilitas semakin turun dan untuk nilai flow nya semakin turun.

4.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa uji perendaman *Marshall* (*Marshall Immersion Test*), dengan maksud mengukur ketahanan daya ikat/adhesi campuran beraspal terhadap pengaruh suhu (*water sensitivity and temperature susceptibility*). Hal ini diharapkan agar campuran Laston (AC-WC) di samping mempunyai nilai stabilitas yang tinggi dan nilai kelelahan plastis yang rendah juga harus mempunyai nilai ketahanan/keawetan sesuai umur rencana.

Daftar Pustaka

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, 2010, *Devisi 6 Manual Pekerjaan Aspal*. Jakarta
- [2] Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1979. *Konstruksi Jalan Raya dan Jalan Baja*, Jakarta.
- [3] <http://digilib.petra.ac.id.10-02-2010>. *Campuran Aspal Panas (Hot Mix)*.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Asphalt_concrete. 16-05-2010. Aspal Beton (Laston).
- [5] <http://www.pu.go.id/15-04-2010>. Standar Nasional.
- [6] <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/SNI/isni/Pd%20T-05-2005-B.pdf>. 14-04-2010, *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan*.
- [7] Laboratorium Rekayasa Jalan Raya UISU, 2006, *Modul Praktikum Mix Design (Perencanaan Campuran Beraspal)*, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UISU Medan.
- [8] Silvia, Sukirman, 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung
- [9] Tenriajeng, Andi Tenrisukki, 2002, *Laston Sebagai Bahan Alternatif Pada Pekerjaan Pelapisan Jalan*. Jurnal Konstruksi dan Desain. Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Gunadarma.
- [10] Widari, Sri, 2008, *Laporan Praktikum Jalan aya Periode XLVII*. Departemen Teknik Sipil akultas Teknik USU. Medan.

